

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001015817
PUBLICATION DATE : 19-01-01

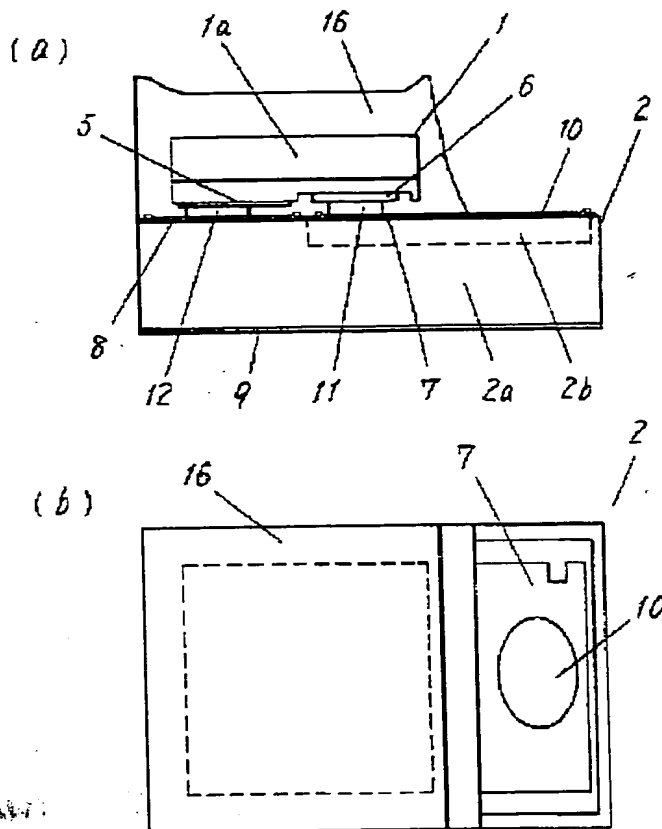
APPLICATION DATE : 07-04-00
APPLICATION NUMBER : 2000106037

APPLICANT : MATSUSHITA ELECTRONICS
INDUSTRY CORP;

INVENTOR : OBARA KUNIIHIKO;

INT.CL. : H01L 33/00 H01S 5/022

TITLE : COMPOUND LIGHT-EMITTING
ELEMENT, LIGHT-EMITTING DIODE
AND MANUFACTURE THEREOF



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compound light-emitting element of a constitution, wherein the layer thickness of a resin containing a fluorescent material, for making a wavelength conversion of light from the main light-extraction surface of a flip-chip light- emitting element into a wavelength conversion of white light is optimized and the pure white light is obtained, and to provide a light-emitting device and the manufacturing method of the device.

SOLUTION: A flip-chip light-emitting element 1 conductively mounted on a submount element 2 is provided, the periphery of the element 1 is covered with a first resin 16 containing a fluorescent material for making a wavelength conversion of light from this element 1 using the element 2 as a saucer, either of the main light- extraction surface of the upper surface of a transparent substrate 1a of the element 1 and the shell surface (top panel) of the resin 16 or both of the main light-extraction- surface and the shell surface (top panel) is or are provided in parallel to the rear electrode formation surface of the element 2, the film thickness of the resin 16 on the main light-extraction surface is uniformly formed, and light from the entire main light-extraction surface of the element 1 is evenly made a wavelength conversion to enable an emission having not a color shading.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-15817

(P2001-15817A)

(43) 公開日 平成13年1月19日 (2001.1.19)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マ-ト* (参考)

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

N 5 F 0 4 1

H 0 1 S 5/022

H 0 1 S 5/022

C 5 F 0 7 3

審査請求 有 請求項の数13 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2000-106037 (P2000-106037)

(22) 出願日 平成12年4月7日 (2000.4.7)

(31) 優先権主張番号 特願平11-117643

(32) 優先日 平成11年4月26日 (1999.4.26)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005843

松下電子工業株式会社

大阪府高槻市幸町1番1号

(72) 発明者 井上 登美男

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(72) 発明者 前田 俊秀

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

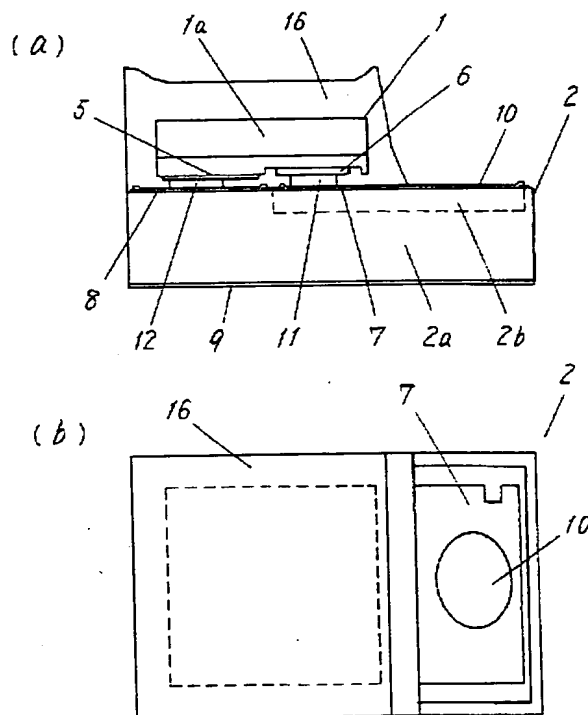
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合発光素子と発光装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 フリップチップ型の発光素子の主光取り出し面からの光を白色に波長変換する蛍光物質含有樹脂の層厚を最適化して、純粋な白色光が得られる複合発光素子と発光装置及びその製造方法の提供。

【解決手段】 サブマウント素子2の上に導通搭載したフリップチップ型の発光素子1とを備え、サブマウント素子を受け皿として、発光素子1の周りをこの発光素子1の光の波長変換のための蛍光物質を含有した第1の樹脂16で覆い、発光素子1の透明基板1aの上面の主光取り出し面と第1の樹脂16の外郭面(天面)との一方または両方をサブマウント素子の裏面電極形成面と平行として、主光取り出し面の上の第1の樹脂16の膜厚を一樣とし、発光素子1の主光取り出し面全面からの光を一樣に波長変換して色度むらのない発光を可能とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光透過性基板の上にn型半導体層及びp型半導体層を積層し、前記光透過性基板を上面向けてこれを主光取り出し面とするとともに、下面にはn型半導体層及びp型半導体層に接続するn電極及びp電極が形成された発光素子と、

前記半導体発光素子を搭載し、それと対向する面上に第1および第2の対向電極と反対の面に裏面電極を持ち、前記第1および第2の対向電極はそれぞれ前記n電極及びp電極にマイクロバンプを介して導通接続しているとともに、前記第1および第2の対向電極のうち一方の電極はボンディングパッド領域があり、他方の電極は前記裏面電極に導通しているサブマウント素子と、

前記発光素子の発光波長を他の波長に変換する蛍光物質、または前記発光素子の発光波長を一部吸収するフィルター物質を含有した第1の樹脂とを備えるとともに、前記第1の樹脂が、前記サブマウント素子を受け皿として、前記サブマウント素子の上に配置された前記発光素子を覆うように塗布されている複合発光素子において、前記発光素子の主光取り出し面（光透過性基板の天面）とこの面上に塗布された前記第1の樹脂の外郭面（天面）のいずれか一方または両方が受け皿となる前記サブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行であることを特徴とする複合発光素子。

【請求項2】 請求項1に記載の複合発光素子において、前記第1の樹脂は、光透過性の樹脂に前記蛍光物質を50～90重量%の割合で含有していることを特徴とする複合発光素子。

【請求項3】 請求項2に記載の複合発光素子において、前記発光素子の主光取り出し面上の前記第1の樹脂の厚み t がほぼ一定で、 $20\mu\text{m} \leq t \leq 110\mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする複合発光素子。

【請求項4】 請求項2に記載の複合発光素子において、前記第1の樹脂の前記発光素子の主光取り出し面及び側面からの厚さがほぼ均一で、その厚み t が、 $20\mu\text{m} \leq t \leq 110\mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする複合発光素子。

【請求項5】 請求項1、2、3または4に記載の複合発光素子において、前記発光素子は、光透過性の基板と該基板上に形成されたGa_{0.5}N_{0.5}系化合物半導体層とを有するGa_{0.5}N_{0.5}系化合物半導体発光素子であり、前記サブマウント素子は、一方の面付近にn型半導体層とそれにオーミック接続する第1の対向電極及びp型半導体層とそれにオーミック接続する第2の対向電極を形成した横型のSiダイオードであることを特徴とする複合発光素子。

【請求項6】 請求項1、2、3または4に記載の複合発光素子において、

前記発光素子が、光透過性の基板と該基板上に形成されたGa_{0.5}N_{0.5}系化合物半導体層とを有するGa_{0.5}N_{0.5}系化合物半導体発光素子であり、

前記サブマウント素子が、第1の対向電極と第2の対向電極のうち一方が導電性基板の表面に対して絶縁状態となり、他方が導通状態となるように形成された導電性Siの補助素子であることを特徴とする複合発光素子。

【請求項7】 請求項1から6に記載の複合発光素子を用いた発光装置であって、

リードフレーム又はプリント配線基板のマウント部に前記複合発光素子のサブマウント素子の裏面電極を下にして導電性ペーストを介して搭載し、前記サブマウント素子のボンディングパッド領域と外部リードとをワイヤーを介して接続し、前記複合発光素子を含む前記リードフレームの先端部又はプリント配線基板の上面を光透過性の第2の樹脂で封止したことを特徴とする発光装置。

【請求項8】 請求項7に記載の発光装置の製造方法であって、

前記発光素子のn電極及びp電極または前記サブマウント素子の第1の対向電極及び第2の対向電極上にマイクロバンプを形成する工程と、

前記発光素子と前記サブマウント素子の対向する電極間を前記マイクロバンプを介して電氣的に接続する工程と、

前記サブマウント素子を受け皿として、前記第1の樹脂を前記発光素子を覆うように塗布する工程とを備えた発光装置の製造方法。

【請求項9】 請求項8に記載の発光装置の製造方法において、

前記発光素子のp電極及びn電極または前記サブマウント素子の第1の対向電極及び第2の対向電極上に前記マイクロバンプとしてスタッドバンプを形成する工程と、

ウエハー状態の前記サブマウント素子を下に置き、前記発光素子を電極形成面を下にして、前記発光素子のn電極及びp電極を前記サブマウント素子の対向する第1の対向電極及び第2の対向電極上に位置合わせをし、前記マイクロバンプを接触させて溶着し、前記サブマウント素子上に前記発光素子を固定するとともに、対向する電極間を前記マイクロバンプを介して電氣的に接続する工程と、

前記ウエハー状態のサブマウント素子を受け皿として、前記第1の樹脂を前記発光素子を覆うように塗布し硬化する工程と、

前記第1の樹脂で被覆された前記発光素子と前記サブマウント素子の複合発光素子が形成された前記ウエハーをチップ単位に分割する工程と、

チップ化された前記複合発光素子をリードフレーム又はプリント配線基板等のマウント部に前記サブマウント素

子の裏面電極を下にして搭載し、導電性ペーストを介し電氣的接続を取りながら固定する工程と、

前記サブマウント素子のボンディングパッド領域と前記リードフレーム又はプリント配線基板等のリード部間をワイヤーで接続する工程とを備えた発光装置の製造方法。

【請求項10】 請求項8に記載の発光装置の製造方法において、

前記発光素子の主光取り出し面と、その上に塗布された前記第1の樹脂の外郭面(天面)のいずれか一方または両方を前記サブマウント素子の裏面電極形成面と平行にするための研磨工程とを備えた発光装置の製造方法。

【請求項11】 請求項10に記載の発光装置の製造方法において、

前記発光素子のn電極及びp電極上、またはウエハー状態の前記サブマウント素子の第1の対向電極及び第2の対向電極上に前記マイクロバンプとしてスタッドバンプを形成する工程と、

ウエハー状態の前記サブマウント素子を下置き、前記発光素子を電極形成面を下にして、前記発光素子のn電極及びp電極を前記サブマウント素子の対向する第1の対向電極及び第2の対向電極上に位置合わせをし、前記マイクロバンプを接触させて溶着し、前記サブマウント素子上に前記発光素子を固定するとともに、対向する電極間を前記マイクロバンプを介して電氣的に接続する工程と、

前記ウエハー状態のサブマウント素子上に搭載された前記発光素子の主光取り出し面が前記サブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行になるように研磨する工程と、

前記ウエハー状態のサブマウント素子を受け皿として、前記第1の樹脂を前記発光素子を覆うように塗布し硬化する工程と、

前記ウエハー状態のサブマウント素子上に形成された前記第1の樹脂の前記主光取り出し面上の外郭面(天面)が前記サブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行になるように研磨する工程と、

前記第1の樹脂で被覆された前記発光素子と前記サブマウント素子の複合発光素子が形成された前記ウエハーをチップ単位に分割する工程と、チップ化された前記複合発光素子をリードフレーム又はプリント配線基板等のマウント部に前記サブマウント素子の裏面電極を下にして搭載し、導電性ペーストを介し電氣的接続を取りながら固定する工程と、

前記サブマウント素子のボンディングパッド領域と前記リードフレーム又はプリント配線基板等のリード部間をワイヤーで接続する工程とを備えた発光装置の製造方法。

【請求項12】 請求項11に記載の発光装置の製造方法において、

前記2つの研磨工程のうちいずれか一方のみを備えた発光装置の製造方法。

【請求項13】 請求項9、11または12に記載の発光装置の製造方法において、

前記マイクロバンプは、鍍金工程により形成されることを特徴とする発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光透過性基板上に形成された半導体膜で構成される発光ダイオード、発光レーザーダイオード等の発光素子と該発光素子の発光波長を他の波長に変換する蛍光物質または発光波長を一部吸収するフィルター物質を含有した樹脂とを有する複合発光素子と発光装置及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】発光波長を蛍光物質を用いて波長変換する技術は、かなり以前から知られている。例えば、ネオン管のガラスの内壁面に蛍光物質を塗布し、オレンジ色の発光を緑色光に変換したものや、GaAsの赤外光発光の発光ダイオード(以下、LEDと記す)で、モールド樹脂内に蛍光物質を混ぜて、赤外光を緑色光に変換するものなどが良く知られている。最近では、青色発光のGaN系化合物半導体発光素子(以下、GaN・LED素子と記す)に蛍光物質を用いて白色に発光させる白色LEDランプが製品化されている。図12(a)、

(b)は、白色LEDランプに使用されているGaN・LED素子の平面図、C-C線断面図である。図13は、製品化されている従来の白色LEDランプの断面図である。このGaN・LED素子60は、サファイア基板61の上面に、GaNバッファ層62と、n型GaN層63と、n型AlGaN層64と、InGaNのSQW層65とp型AlGaN層66と、p型GaN層67とが順に積層された量子井戸構造を有している。n型GaN層63の上面は、下段部と上段部とからなる階段状に形成されており、下段部におけるn型GaN層63の上面上には、TiとAuよりなるn電極68が形成されている。また、上段部におけるn型GaN層63の上面に、上述のn型AlGaN層64と、InGaNのSQW層65と、p型AlGaN層66と、p型GaN層67とが順に積層されている。そして、p型GaN層67の上面には、NiとAuよりなる電流拡散用の透明電極69が形成され、さらにその上にp電極70が形成されている。GaN・LED素子60全体の上面は、ボンディングパッドの部分を除いて、保護膜71でオーバーコートされている。このGaN・LED素子60は絶縁性のサファイア基板61を用いて構成されているため、両電極はともに、サファイア基板61の上面側に形成されている。そして、このGaN・LED素子60は、絶縁性の接着剤81を介してリードフレーム80a先端のダ

イパッドにダイスボンディングされている。Ga_N・LED素子60のn電極68はAuワイヤー82aを介してリードフレーム80aに接続され、p電極70はAuワイヤー82bを介してリードフレーム80bに接続されている。そして、光反射カップ80c内部には、第1の樹脂83が充填されGa_N・LED素子60を覆っており、第1の樹脂83には、Ga_N・LED素子60の発光波長を他の波長に変換する蛍光物質84が含有されている。そして、Ga_N・LED素子60を搭載しているリードフレーム80a、80bの先端部分が透光性の第2の樹脂(エポキシ樹脂)85でモールドされて、白色LEDランプが構成されている。

【0003】また、白色チップLED(図示せず)の場合は、反射カップの代わりに筐体の器の中のマウント部にGa_N・LED素子60を搭載し、筐体の器を第1の樹脂83で充填している。

【0004】この白色LEDランプ又は白色チップLEDが白色に発光する原理は、光反射カップ80cや筐体の器の内部に充填された第1の樹脂83中に、Ga_N・LED素子60が発する青色波長の光を青色と補色の関係にある波長の光(黄緑色の光)に変換する蛍光物質84を分散させる事により、青色波長のままで第1の樹脂83を透過した光と、蛍光物質84で黄緑色に変換された光とが混ざりあっているために、白色光に見えるのである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図13に示すような白色LEDランプや白色チップLEDは、次のような課題がある。

【0006】第1に、蛍光物質84を含有した第1の樹脂83を、光反射カップ80cや筐体の器内部に充填させることにより、Ga_N・LED素子60をこの第1の樹脂83で被覆するという構造をとっているために、光反射カップ80cや筐体の器を持たない品種には適応できないといった課題である。

【0007】第2に、このような光反射カップ80cや筐体の器内に第1の樹脂83を充填する方法では、樹脂の充填量や樹脂内に含有される蛍光物質の濃度のバラツキを制御することは困難となり、その結果、白色の色度のバラツキが大きくなり、要求される色度の生産歩留まりが低下するといった課題である。

【0008】第3に、前記白色LEDランプや白色チップLEDに使用されているGa_N・LED素子60は、Ga_N系青色LEDランプに使用されている素子と同じもので、素子材料の物理定数(例えば、誘電率 ϵ)や素子構造に起因して、静電気に非常に弱いという弱点がある。例えば、この白色LEDランプと静電気がチャージされたコンデンサーとを対抗させて両者間に放電を生じさせた場合、順方向でおよそ100Vの静電圧で、また、逆方向でおよそ30Vの静電圧で破壊される。この

値は、他のバルク化合物半導体(GaPやGaAlAsなど)で構成されるLED素子と比較して非常に小さな値である。そのため、外部から静電気が印加されないような保護処理を施さずにLEDランプを取り扱った場合、内部のGa_N・LED素子60がすぐに破壊されてしまうという課題である。

【0009】前記課題のうち第1と第3の課題は、すでに本発明者によって、特願平09-192135号公報で提言した。本発明では、第2の課題を解決するためになされたものであり、その目的は、光反射カップや筐体の器の有無に関わりなく、蛍光物質を含有した第1の樹脂がGa_N・LED素子の周囲に被覆可能となる構造であり、白色の色度制御が可能でバラツキも小さく生産歩留まりが向上できる複合発光素子とそれを用いた発光装置およびそれらの製造方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために講じた本発明の複合発光素子に関する手段は、光透過性基板の上にn型半導体層及びp型半導体層を積層し、前記光透過性基板を上面に向けてこれを主光取り出し面とするとともに、下面にはn型半導体層及びp型半導体層に接続するn電極及びp電極が形成された発光素子と、前記半導体発光素子を搭載し、それと対向する面上に第1および第2の対向電極と反対の面に裏面電極を持ち、前記第1および第2の対向電極はそれぞれ前記n電極及びp電極にマイクロバンプを介して導通接続しているとともに、前記第1および第2の対向電極のうち一方の電極はボンディングパッド領域があり、他方の電極は前記裏面電極に導通しているサブマウント素子と、前記発光素子の発光波長を他の波長に変換する蛍光物質、または前記発光素子の発光波長を一部吸収するフィルター物質を含有した第1の樹脂とを備えるとともに、前記第1の樹脂が、前記サブマウント素子を受け皿として、前記サブマウント素子の上に配置された前記発光素子を覆うように塗布されている複合発光素子において、前記発光素子の主光取り出し面(光透過性基板の天面)とこの面上に塗布された前記第1の樹脂の外郭面(天面)のいずれか一方または両方が受け皿となる前記サブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行になるようにすることである。

【0011】白色の色度は、発光素子の主光取り出し面(光透過性基板の天面)上の蛍光物質を含有した第1の樹脂の厚みに最も大きく依存するので、その厚みを精度良く制御すればよい。そのためには、サブマウント素子の裏面電極形成面を基準面にし、この面からの厚みで制御することが良い方法である。つまり、色度のバラツキは、発光素子の主光取り出し面とその上の第1の樹脂の外郭面の天面とが基準面に平行になれば、第1の樹脂の厚みが精度良く均一になり、最小になる。これにより目的を達成できる。

【0012】また、本発明の製造方法に関する手段は、前記発光素子のn電極及びp電極または前記サブマウント素子の第1の対向電極及び第2の対向電極上にマイクロバンプを形成する工程と、前記発光素子と前記サブマウント素子の対向する電極間を前記マイクロバンプを介して電気的に接続する工程と、前記サブマウント素子を受け皿として、前記第1の樹脂を前記発光素子を覆うように塗布する工程とを備えた製造方法であり、マイクロバンプを用いたフリップチップ接合工法に高さ制御をすることにより、また第1の樹脂の塗布工法にスクリーン印刷法を用いることにより、基準面であるサブマウント素子の裏面電極形成面に前記発光素子の主光取り出し面（光透過性基板の天面）とこの面上に塗布された前記第1の樹脂の外郭面（天面）のいずれか一方または両方をほぼ平行にすることが可能である。また、さらに精度良く制御するためには、前記発光素子の主光取り出し面と、その上に被覆された前記第1の樹脂の外郭面（天面）のいずれか一方または両方を前記サブマウント素子の裏面電極形成面と平行にするための研磨工程とを追加すれば良い。

【0013】

【発明の実施の形態】請求項1に記載の発明は、光透過性基板の上にn型半導体層及びp型半導体層を積層し、前記光透過性基板を上面向けてこれを主光取り出し面とするとともに、下面にはn型半導体層及びp型半導体層に接続するn電極及びp電極が形成された発光素子と、前記半導体発光素子を搭載し、それと対向する面上に第1および第2の対向電極と反対の面に裏面電極を持ち、前記第1および第2の対向電極はそれぞれ前記n電極及びp電極にマイクロバンプを介して導通接合しているとともに、前記第1および第2の対向電極のうち一方の電極はボンディングパッド領域があり、他方の電極は前記裏面電極に導通しているサブマウント素子と、前記発光素子の発光波長を他の波長に変換する蛍光物質、または前記発光素子の発光波長を一部吸収するフィルター物質を含有した第1の樹脂とを備えるとともに、前記第1の樹脂が、前記サブマウント素子を受け皿として、前記サブマウント素子の上に配置された前記発光素子を覆うように塗布されている複合発光素子において、前記発光素子の主光取り出し面（光透過性基板の天面）とこの面上に塗布された前記第1の樹脂の外郭面（天面）のいずれか一方または両方が受け皿となる前記サブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行であることを特徴とする複合発光素子である。

【0014】これにより、白色の色度は、発光素子の主光取り出し面（光透過性基板の天面）上の蛍光物質を含有した第1の樹脂の厚みに大きく依存するので、その厚みを精度良く制御するには、サブマウント素子の裏面電極形成面を基準面にし、この面からの厚みで制御することが良い方法である。そして、色度のバラツキを最小と

するためには、発光素子の主光取り出し面とその上の第1の樹脂の外郭面とが基準面に平行になればよい。すなわち、第1の樹脂の厚みが精度良く均一になるという作用がある。

【0015】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の複合発光素子において、前記第1の樹脂は、光透過性の樹脂に前記蛍光物質を50～90重量%の割合で含有していることを特徴とする複合発光素子である。

【0016】これにより、白色の色度を実現するための蛍光物質の含有率が最適化されるとともにスクリーン印刷も可能になるという作用がある。

【0017】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の複合発光素子において、前記発光素子の主光取り出し面上の前記第1の樹脂の厚み t がほぼ一定で、 $20\mu\text{m} \leq t \leq 110\mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする複合発光素子である。

【0018】これにより、白色の色度を実現する発光素子の主光取り出し面上の第1の樹脂の厚みが最適化されるという作用がある。

【0019】請求項4に記載の発明は、請求項2に記載の複合発光素子において、前記第1の樹脂の前記発光素子の主光取り出し面及び側面からの厚さがほぼ均一で、その厚み t が、 $20\mu\text{m} \leq t \leq 110\mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする複合発光素子である。

【0020】これにより、発光素子の主光取り出し面（天面）上のみではなく、その側面も含めた発光素子の外郭面からの第1樹脂の厚みを最適化するので、色ムラのない良好な白色発光が得られるという作用がある。

【0021】請求項5に記載の発明は、請求項1、2、3または4に記載の複合発光素子において、前記発光素子は、光透過性の基板と該基板上に形成されたGa_{0.5}N_{0.5}系化合物半導体層とを有するGa_{0.5}N_{0.5}系化合物半導体発光素子であり、前記サブマウント素子は、一方の面付近にn型半導体層とそれにオーミック接続する第1の対向電極及びp型半導体層とそれにオーミック接続する第2の対向電極を形成した横型のSiダイオードであることを特徴とする複合発光素子である。

【0022】これにより、Ga_{0.5}N_{0.5}・LED素子の下敷きとしてのSiダイオード素子が、蛍光物質やフィルター物質を含む第1の樹脂の受け皿となるために、光反射カップや筐体の器の有無に関係なく、Ga_{0.5}N_{0.5}・LED素子を覆うように第1の樹脂を塗布できる構造になるとともに、光透過性のサファイア基板を用いたGa_{0.5}N_{0.5}・LED素子が静電気に弱い素子であるにもかかわらず、静電気破壊に対する耐性の高い複合発光素子が得られるという作用がある。また、横型のSiダイオード素子とすることにより、発光素子との電気的接続を行う部分と外部部材との電気的接続を行う部分とを形成することが容易となるという作用がある。

【0023】請求項6に記載の発明は、請求項1、2、

3または4に記載の複合発光素子において、前記発光素子が、光透過性の基板と該基板上に形成されたGa_{0.9}N_{0.1}系化合物半導体層とを有するGa_{0.9}N_{0.1}系化合物半導体発光素子であり、前記サブマウント素子が、第1の対向電極と第2の対向電極のうち一方が導電性基板の表面に対して絶縁状態となり、他方が導通状態となるように形成された導電性Siの補助素子であることを特徴とする複合発光素子である。

【0024】光透過性のSiC基板を用いたGa_{0.9}N_{0.1}・LED素子の場合、静電気に強いのでSiダイオード素子を用いる必要はなく、上記導電性Siのサブマウント素子を用いることにより、請求項5と同じ作用がある。

【0025】請求項7に記載の発明は、請求項1から6に記載の複合発光素子を用いた発光装置であって、リードフレーム又はプリント配線基板のマウント部に前記複合発光素子のサブマウント素子の裏面電極を下にして導電性ペーストを介して搭載し、前記サブマウント素子のボンディングパッド領域と外部リードとをワイヤーを介して接続し、前記複合発光素子を含む前記リードフレームの先端部又はプリント配線基板の上面を光透過性の第2の樹脂で封止したことを特徴とする発光装置である。

【0026】これにより、反射カップや筐体の器の有無に関わりなく、静電気に強く、色度のバラツキの少ない様々なタイプの白色発光の発光装置が実現できるという作用がある。

【0027】請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の発光装置の製造方法であって、前記発光素子のn電極及びp電極または前記サブマウント素子の第1の対向電極及び第2の対向電極上にマイクロバンプを形成する工程と、前記発光素子と前記サブマウント素子の対向する電極間を前記マイクロバンプを介して電氣的に接続する工程と、前記サブマウント素子を受け皿として、前記第1の樹脂を前記発光素子を覆うように塗布する工程とを備えた発光装置の製造方法である。

【0028】これにより、マイクロバンプを用いたフリップチップ接合工法に高さ制御機能を備えることは可能であり、また第1の樹脂の塗布工法にスクリーン印刷法を用いることも可能であるため、基準面であるサブマウント素子の裏面電極形成面に前記発光素子の主光取り出し面（光透過性基板の天面）とこの面上に塗布された前記第1の樹脂の外郭面（天面）のいずれか一方または両方をほぼ平行にすることが可能となるといった作用がある。

【0029】請求項9に記載の発明は、請求項8に記載の発光装置の製造方法において、前記発光素子のp電極及びn電極または前記サブマウント素子の第1の対向電極及び第2の対向電極上に前記マイクロバンプとしてスタッドバンプを形成する工程と、ウエハー状態の前記サブマウント素子を下に置き、前記発光素子を電極形成面を下にして、前記発光素子のn電極及びp電極を前記サ

ブマウント素子の対向する第1の対向電極及び第2の対向電極上に位置合わせをし、前記マイクロバンプを接触させて溶着し、前記サブマウント素子上に前記発光素子を固定するとともに、対向する電極間を前記マイクロバンプを介して電氣的に接続する工程と、前記ウエハー状態のサブマウント素子を受け皿として、前記第1の樹脂を前記発光素子を覆うように塗布し硬化する工程と、前記第1の樹脂で被覆された前記発光素子と前記サブマウント素子の複合発光素子が形成された前記ウエハーをチップ単位に分割する工程と、チップ化された前記複合発光素子をリードフレーム又はプリント配線基板等のマウント部に前記サブマウント素子の裏面電極を下にして搭載し、導電性ペーストを介し電氣的接続を取りながら固定する工程と、前記サブマウント素子のボンディングパッド領域と前記リードフレーム又はプリント配線基板等のリード部間をワイヤーで接続する工程とを備えた発光装置の製造方法である。

【0030】これにより、受け皿としてのサブマウント素子をウエハーの形状で取り扱えるので、第1の樹脂の塗布工程において、ウエハー単位にバナーニング可能なスクリーン印刷の方法で行うことができ、狙いの色度でバラツキの少ない発光装置の高精度で高効率な製造方法が実現できるという作用がある。請求項10に記載の発明は、請求項8に記載の発光装置の製造方法において、前記発光素子の主光取り出し面と、その上に塗布された前記第1の樹脂の外郭面（天面）のいずれか一方または両方を前記サブマウント素子の裏面電極形成面と平行にするための研磨工程とを備えた発光装置の製造方法である。

【0031】これにより、サブマウント素子の裏面電極形成面を基準面とした研磨工程で、発光素子の主光取り出し面上の第1の樹脂の設計厚みをさらに精度よくコントロールできるので、希望する色度の白色を歩留まりよく製造することができるという作用がある。

【0032】請求項11に記載の発明は、請求項10に記載の発光装置の製造方法において、前記発光素子のn電極及びp電極上、またはウエハー状態の前記サブマウント素子の第1の対向電極及び第2の対向電極上に前記マイクロバンプとしてスタッドバンプを形成する工程と、ウエハー状態の前記サブマウント素子を下に置き、前記発光素子を電極形成面を下にして、前記発光素子のn電極及びp電極を前記サブマウント素子の対向する第1の対向電極及び第2の対向電極上に位置合わせをし、前記マイクロバンプを接触させて溶着し、前記サブマウント素子上に前記発光素子を固定するとともに、対向する電極間を前記マイクロバンプを介して電氣的に接続する工程と、前記ウエハー状態のサブマウント素子上に搭載された前記発光素子の主光取り出し面が前記サブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行になるように研磨する工程と、前記ウエハー状態のサブマウント素子を受

け皿として、前記第1の樹脂を前記発光素子を覆うように塗布し硬化する工程と、前記ウエハー状態のサブマウント素子上に形成された前記第1の樹脂の前記主光取り出し面上の外郭面(天面)が前記サブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行になるように研磨する工程と、前記第1の樹脂で被覆された前記発光素子と前記サブマウント素子の複合発光素子が形成された前記ウエハーをチップ単位に分割する工程と、チップ化された前記複合発光素子をリードフレーム又はプリント配線基板等のマウント部に前記サブマウント素子の裏面電極を下にして搭載し、導電性ペーストを介し電氣的接続を取りながら固定する工程と、前記サブマウント素子のボンディングパッド領域と前記リードフレーム又はプリント配線基板等のリード部間をワイヤーで接続する工程とを備えた発光装置の製造方法である。

【0033】これにより、ウエハー状のサブマウント素子上に発光素子を電極形成面を下にして搭載接合した後に、発光素子の主光取り出し面の傾きやチップ毎の高さのバラツキを揃えるために、ウエハー状のサブマウント素子の裏面電極形成面を基準面にしてそれと平行に研磨し、さらに、第1の樹脂を発光素子を覆うように塗布した後に第1の樹脂の外郭面をそろえるために、同様な研磨を行なうことにより、第1の樹脂はウエハー全面で発光素子の上に均一に希望する厚みで被覆されるように仕上げることができるので、希望する色度の白色を歩留まりよく製造することができるという作用がある。

【0034】請求項12に記載の発明は、請求項11に記載の発光装置の製造方法において、前記2つの研磨工程のうちいずれか一方のみを備えた発光装置の製造方法である。

【0035】これにより、ウエハー状のサブマウント素子上に搭載される発光素子の高さのバラツキや傾きが、チップ接合ボンダーで設備能力的に制御可能な場合は、第1の樹脂の研磨のみでよく、また、第1の樹脂の塗布工程がスクリーン印刷で、塗布後の外郭面を制御できる場合は、チップ接合後の研磨のみで希望する色度の白色を歩留まりよく製造することができるという作用がある。ただし、どちらの場合でも、制御の基準となる面は、ウエハー状のサブマウント素子の裏面電極形成面である。

【0036】請求項13に記載の発明は、請求項9、11または12に記載の発光装置の製造方法において、前記マイクロバンプは、鍍金工程により形成される製造方法である。

【0037】これにより、マイクロバンプの小径化が可能となること、及びマイクロバンプが形成される位置精度が、スタッドバンプと比較して非常に良く、組立て歩留まりが向上するといった作用がある。

【0038】以下、本発明の実施の形態について図面を

用いて説明する。

【0039】(実施の形態1) 図1の(a)及び(b)は、本発明の一実施の形態による複合発光素子の断面図及び平面図である。本実施の形態の特徴は、基準面であるSiダイオード素子の裏面電極形成面に対し、青色発光のGaN・LED素子1の主光取り出し面(光透過性基板の天面)とこの面上に塗布された青色の光をその補色の光に変換する蛍光物質を含有した第1の樹脂の外郭面(天面)の両方がこの外郭面のエッジ部を除いてほぼ平行になっている点である。また、過電圧に弱い青色発光のGaN・LED素子1が、静電気保護機能を持つSiダイオード素子2上にマイクロバンプを介して搭載接合されている点と、GaN・LED素子1の発光波長を他の波長に変換する蛍光物質を含有した第1の樹脂16が、Siダイオード素子2を受け皿として、GaN・LED素子1を覆うように塗布されている点は、既に提案した特願平09-192135号公報と同じである。

【0040】図1の(a)に示すように、Siダイオード素子2上にGaN・LED素子1を重ねる状態で搭載し、GaN・LED素子1は、透光性のサファイア基板1aを上面に向けてこれを主光取り出し面とするとともに、下面にはp型半導体層に接続するp電極5及びn型半導体層に接続するn電極6が形成されている。また、Siダイオード素子2は、GaN・LED素子1と対向する上面側にp型半導体領域2bに接続する第1の対向電極であるp電極7及びn型半導体領域2aに接続する第2の対向電極であるn電極8を有し、下面にはn型半導体領域2aに接続する裏面電極9が形成されている。Siダイオード素子2のp電極7およびn電極8は、GaN・LED素子1のn電極6及びp電極5に対向する配置で形成され、GaN・LED素子1のp電極5とSiダイオード素子2のn電極8とはAuマイクロバンプ12を介して、GaN・LED素子1のn電極6とSiダイオード素子2のp電極7とはAuマイクロバンプ11を介して、それぞれ電氣的に接続されているとともに、電極とマイクロバンプとの溶着により固定されている。さらにp電極7上の一部にはボンディングパッド部10が形成されており、裏面電極9とボンディングパッド部10とで外部部材に接続される構造となっている。また、GaN・LED素子1の青色光をその補色の黄緑光に変換する蛍光物質を含有した第1の樹脂16が、Siダイオード素子2を受け皿として、GaN・LED素子1を覆うように塗布されている。塗布の方法は、パターンニングが可能なスクリーン印刷が最適である。それ以外に、例えば、ディスペンサーによるポッティングの方法でも可能である。

【0041】このような構成にすることにより、LEDランプやチップLEDに用いるリードフレームや筐体の配線基板の形状には関係なく、つまり、反射カップや筐体の器の有無に関係なく、蛍光物質を含む第1の樹脂1

6をGaN・LED素子1を覆うように塗布した発光装置が実現できる。

【0042】前記構成で、蛍光物質を、GaN・LED素子1が発する青色光を青色の補色光に変換する蛍光物質に選ぶことにより、青色のままで第1の樹脂16を透過した光と、蛍光物質で青色の補色に変換された光とが混ざりあって、白色光が得られる。

【0043】また、前記GaN・LED素子1で発光される光は、サファイア基板1a側から上方に取り出される。そのため、GaN・LED素子1のp電極5側には、従来のGaN・LED素子1に形成されたような電流拡散用の透明電極(図12(a),(b)に示す符号69で示される部材)は必要でなく、電流拡散用の部材としては、厚膜のp電極5のみあればよい。

【0044】図2は、本実施の形態の複合発光素子が内蔵する保護回路を説明するための回路図である。

【0045】図2に示すように、保護機能を持つSiダイオード素子2とGaN・LED素子1とを逆極性の関係で並列に接続つまり互いのp電極とn電極とのうち逆極性の電極同士を接続して、GaN・LED素子1に外部から高電圧が印加されないようにしたものである。また、GaN・LED素子1のp側には、直列にSiダイオード素子2のn型基板の抵抗性分がつながり、小さな値であるが保護抵抗Rとして働く。

【0046】この場合、Siダイオード素子2の順方向動作電圧は約0.9Vであるので、GaN・LED素子1に印加される逆方向の電圧は0.9Vでカットオフされる。また、Siダイオード素子2の逆方向ブレイクダウン電圧(ツェナー電圧)は10V近傍に設定可能であるため、GaN・LED素子1に印加される順方向電圧も保護抵抗Rとツェナー電圧の働きで保護される。上述のように、GaN・LED素子1の順方向破壊電圧値は100V程度であり、逆方向破壊電圧値は30V程度であるので、このような構成により、静電気等の高電圧の印加によるGaN・LED素子1の破壊を確実に防ぐことができる。

【0047】つまり、GaN・LED素子1の順方向破壊電圧、逆方向破壊電圧をそれぞれ V_{f1} 、 V_{b1} とし、Siダイオード素子2の順方向動作電圧、逆方向ブレイクダウン電圧をそれぞれ V_{f2} 、 V_{b2} とし、GaN・LED素子1の動作電圧をVFとすると、下記の関係

$$V_{f2} < V_{b1}$$

$$V_{b2} < V_{f1}$$

$$V_{b2} > VF$$

が成立していればよい。

【0048】次に、本実施の形態の複合発光素子Wの各部の詳細構造を説明する。

【0049】図3(a)及び(b)は、本実施の形態のGaN・LED素子1の平面図及びA-A線断面図であ

る。同図に示すように、GaN・LED素子1は、サファイア基板1aの上面に、AlNバッファ層31と、n型GaN層32と、n型AlGaN層33とInGaNとGaNから成る青色の光を発するMQW層34と、p型AlGaN層35と、p型GaN層36とが順に積層された量子井戸構造を有している。n型GaN層32の上面は、上面のごくわずかの部分を占める下段部と残りの大部分を占める上段部とからなる階段状に形成されており、下段部におけるn型GaN層32の上面には、Alよりなるn電極6が形成されている。また、上段部におけるn型GaN層32の上面に、上述のn型AlGaN層33と青色の光を発するMQW層34と、p型AlGaN層35と、p型GaN層36とが順に積層されている。そして、p型GaN層36の上面には、電流拡散用の透明電極を設けることなく直接、Ag、Ti、Auよりなるp電極5が設けられている。本実施の形態におけるGaN・LED素子1の平面的なサイズは、一辺が0.3mm程度の正方形である。

【0050】図4(a),(b)は、本実施の形態のSiダイオード素子2の平面図及びB-B線断面図である。図4(a),(b)に示すように、このSiダイオード素子2のn型シリコン基板21内に選択的に不純物イオンの注入を行うことによりp型半導体領域22が形成されており、逆方向ブレイクダウン電圧が10V近傍に設定されている。その後、Siダイオード素子2のp型半導体領域22及びn型シリコン基板21(n型半導体領域)の上に、Alよりなるp電極7及びn電極8が形成され、p電極7の一部がボンディングパッド部10となる。また、n型シリコン基板21の下面には、リードと電気的に接続するためのAu、Sb、Niよりなる裏面電極9が形成されている。本実施の形態におけるSiダイオード素子2の平面的なサイズは、 0.4×0.6 mm程度である。

【0051】本実施の形態によると、GaN・LED素子1が発する青色光のうち青色のままで蛍光物質を含有した第1の樹脂16を透過した光と、蛍光物質により青色の補色に変換された光とが混ざりあって、白色光が得られるが、白色の色度は、GaN・LED素子1の主光取り出し面(光透過性基板の天面)上の第1の樹脂の厚みに最も大きく依存するので、基準面であるSiダイオード素子の裏面電極形成面にGaN・LED素子1の主光取り出し面(光透過性基板の天面)とこの面上に塗布された第1の樹脂の外郭面(天面)の両方がこの外郭面のエッジ部を除いてほぼ平行になっているので、その厚みを精度良く制御でき、希望の色度でバラツキの少ない白色発光の発光装置を得ることができる。

【0052】また、本実施の形態では、Siダイオード素子2が受け皿の役目と静電気保護素子の役割を果たすので、反射カップや筐体の器の有無に関係なく、蛍光物質を含む第1の樹脂16をGaN・LED素子1を覆う

ように塗布した発光装置や静電気等の高電圧に対する保護機能を内蔵した信頼性の高い発光装置が得られることになる。

【0053】また、本実施の形態では、GaN・LED素子1は、マイクロバンプによりSiダイオード素子2上にフリップチップ実装されて、両者で複合発光素子を形成しているため、両者間の接続に際してはワイヤーボンディングのための広いボンディングパッド部が不要となり、複合発光素子全体を小型化できるとともに、発光に寄与しないn電極6及びその周囲部分の面積を狭くできるため、発光面積を維持したままチップサイズを小さくできる。また、透明なサファイア基板1a側から光を取り出すので、従来の図13に示すようなGaN・LED素子60の電極形成面側から光を取り出す場合に比べ、光を遮る電極がないので光の取り出し効率が向上するという利点も得られる。従って、マイクロバンプによるフリップチップ接続を行うことで、高価な化合物半導体基板面積の低減によるコストの削減と、発光能力の増大を図ることができる。

【0054】さらに、本実施の形態では、放熱の利点が揚げられる。図13の従来構造の場合、GaN・LED素子60で発生した熱は、周囲の前記蛍光物質を含有した第1の樹脂83や長くて細いAuワイヤー82a、82b及びサファイア基板61に放熱されるが、第1の樹脂83やサファイア基板61は熱伝導率が小さいため、また、熱伝導率の大きいAuワイヤー82a、82bも長くて直径が25〜30μmと小さいので、放熱が不十分となり、通電を続けると熱がこもり、蛍光物質を含有した第1の樹脂83の周囲が変色し、光の取り出し効率が低下し、輝度劣化の原因となる。これに対して本実施の形態では、GaN・LED素子1で発生した熱は、p電極5から直径が100μmで厚さが15μmのマイクロバンプ11、12を経由して、熱伝導率が良くてヒートシンクにも使われるSi基板のSiダイオード素子2から外部部材に放熱されるため、放熱は十分に行え、輝度劣化の原因である第1の樹脂16の変色も起こらず、信頼性の高い発光装置が得られる。

【0055】(実施の形態2) 図5は、本発明の一実施の形態による複合発光素子の断面図である。本実施の形態は、図5に示すように、複合発光素子の構成は、図1におけるSiダイオード素子2の代わりに、導電性Si基板41の表面に対して絶縁状態となるように形成された第1の対向電極42、および導通状態となるように形成された第2の対向電極43を有する補助素子40を用いた以外は第1の実施の形態と同じ構成である。

【0056】図6は、本実施の形態の補助素子40の平面図である。この補助素子40の導電性Si基板41の上面に部分的に絶縁膜46が形成されており、その上に導電性Si基板41と絶縁の状態となるようにボンディングパッド領域44を有する第1の対向電極42が形成

され、さらに、導電性Si基板41と導通の状態となるように第2の対向電極43が形成されている。また、導電性Si基板41の下面上には、リードと電気的に接続するための裏面電極45が形成されている。この補助素子40は、静電気保護素子としての機能は考慮されていないので、GaN・LED素子1のn電極とp電極に対向する第1及び第2の対向電極は、逆であってもかまわない。

【0057】本実施の形態における補助素子40の平面的なサイズは、0.4×0.6mm程度である。

【0058】補助素子40上にGaN・LED素子1を搭載する手順については、実施の形態1と同じ方法であり、図1のSiダイオード素子2のp電極7、n電極8、裏面電極9の代わりに、図5の補助素子40の第1の対向電極42、第2の対向電極43、裏面電極45で置き換えることにより、同じ手順となる。

【0059】この実施の形態の場合も、実施の形態1と同様に、基準面である補助素子40の裏面電極形成面にGaN・LED素子1の主光取り出し面(光透過性基板の天面)とこの面上に塗布された第1の樹脂の外面(天面)の両方がこの外面のエッジ部を除いてほぼ平行になっているので、その厚みを精度良く制御でき、希望の色度でバラツキの少ない白色発光の発光装置を得ることができる。

【0060】また、前記のように補助素子40は、静電気保護素子としての機能は持たないが、蛍光物質を含有した第1の樹脂16の受け皿としての機能及び、マイクロバンプ11、12によるフリップチップ接続を行うことで、高価な化合物半導体基板面積の低減によるコストの削減と、透明なサファイア基板1a側から光を取り出すことができるので、発光能力の増大を図ることができる。

【0061】さらに、放熱の改善により、輝度劣化のない信頼性の高い発光装置を得ることができる。

【0062】前記各実施の形態では、発光素子としてGaN・LED素子1を備えた複合発光素子について説明したが、本発明は斯かる実施の形態に限定されるものではなく、例えば、GaN系のレーザーダイオード素子を備えた複合素子や、GaN系以外の光透過性基板上に設けられる発光素子を搭載した複合素子であってもよい。

【0063】(実施の形態3) 図7は、本発明の一実施の形態による複合発光素子の断面図である。本実施の形態の特徴は、実施の形態1及び2の複合発光素子において、白色発光の色度とそのバラツキを更に精度良く制御するために、GaN・LED素子1の主光取り出し面(光透過性のサファイア基板1aの天面)とこの面上に塗布された第1の樹脂16の外面(天面)の一方又は両方を、受け皿となるサブマウント素子(Siダイオード素子2又は補助素子40)の裏面電極形成面とほぼ平行にした点である。

【0064】図7の(a)は、第1の樹脂16の天面を、また(b)は第1の樹脂16とGaN・LED素子1のサファイア基板1aの天面の両方をサブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行にした場合である。Siダイオード素子2上に搭載されている青色GaN・LED素子1のサファイア基板1aの天面上に青色の光を受けて青色の補色の光を発する蛍光物質を含有した第1の樹脂16が被覆されている。白色の光は、青色のままで第1の樹脂16を透過した光と、蛍光物質で青色の補色

に変換された光とが混ざりあつて得られるために、その色度は、第1の樹脂16中に含まれている蛍光物質の含有率と第1の樹脂16の厚みDが重要な要素になる。本発明者らは、ドミナント波長が465nmから470nmの青色GaN・LED素子1を用いて第1の樹脂16中の蛍光物質の含有率と厚みDが色度座標(x, y)にどのように関係するかを調べ、表1に示す結果を得た。

【0065】

【表1】

厚さ(μm) 含有率(%)	10	20	50	100	110	120
30	x 0.19 y 0.24	x 0.22 y 0.27	x 0.23 y 0.28	x 0.23 y 0.28	x 0.24 y 0.29	x 0.24 y 0.29
50	x 0.20 y 0.25	x 0.25 y 0.30	x 0.28 y 0.33	x 0.30 y 0.35	x 0.30 y 0.35	x 0.36 y 0.41
90	x 0.24 y 0.29	x 0.30 y 0.35	x 0.32 y 0.37	x 0.33 y 0.38	x 0.35 y 0.40	x 0.37 y 0.42

【0066】測定に際しては、光透過性の樹脂としてエポキシ樹脂を用い、蛍光物質としては、(Y, Gd)₃(Al, Ga)₅O₁₂:Ceを用いた。

【0067】表1から明らかなように、第1の樹脂16の厚さDが20～110μmであつて、蛍光物質の含有率が50～90重量%のとき、白色(x=0.25～0.40, y=0.25～0.40)の値に近似した値の発光色が得られることが判る。

【0068】蛍光物質の前記含有率の第1の樹脂16、例えば含有率50%のものを用いて、色度座標(x, y)=(0.28, 0.33)の白色光を得るには、第1の樹脂16の厚みDは、50μmに設定する必要がある。青色GaN・LED素子1のサファイア基板1aの天面上に精度良く均一に50μmの第1の樹脂16の層を形成するには、ウェハー状のサブマウント素子であるSiダイオード素子2の裏面電極9の形成面(又は上面のp電極7及びn電極8の形成面でも良いが表面に凹凸構造があるために裏面が好ましい)を基準面にして、ウェハー状のSiダイオード素子2上にサファイア基板1aの天面が基準面と平行になるように青色発光のGa_{0.4}N_{0.6}・LED素子1を搭載接合し、その上に第1の樹脂16を50μmの厚みでそれと平行になるようにスクリーン印刷の方法で塗布する工法が最もコントロールしやすい(実施の形態1及び2)。この場合、第1の樹脂の外郭面のエッジ部に角が立つためにこれをなくすためと、厚みDとをより精度良くするため、第1の樹脂16を厚めに塗布しておき、基準面に平行に研磨することにより制御する。このような方法であれば任意の色度にコントロールすることも可能であるし、ウェハー面内でバラツキも極めて小さくなる。また、図7の(a)に示すように基準面と平行に青色Ga_{0.4}N_{0.6}・LED素子1を搭載接合することが困難な場合もGa_{0.4}N_{0.6}・LED素子1のサファイア基板1aの天面の中心から、第1の樹脂16の天面までの厚みDを設定値50μmにすれば良いし、また、図7の(b)のようにGa_{0.4}N_{0.6}・LED素子1をウェハー

に搭載後、基準面に平行になるように研磨工程を入れればよい。その結果として、図7の(a)又は(b)のように白色の色度およびそのバラツキがコントロールされた複合発光素子は、Ga_{0.4}N_{0.6}・LED素子1のサファイア基板1aの天面とこの面上に塗布された第1の樹脂16の外郭面(天面)の一方または両方がサブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行になっている。

【0069】また、本実施の形態でGa_{0.4}N_{0.6}・LED素子1がSiC基板を用いたもの場合は、静電気に強いので、Siダイオード素子2を補助素子40に置き換えても良い。

【0070】(実施の形態4)図8及び図9は、本発明の一実施の形態による発光装置の断面図である。本実施の形態は、前記複合発光素子を用いた白色LEDランプ及び白色チップLEDである。

【0071】図8に示す白色LEDランプは、反射カップ50cを持つリードフレーム50a先端のダイパッド上に、前記白色発光の複合発光素子Wが、Siダイオード素子2下面の裏面電極9をダイパッドに接触させながら、Agペースト51によりダイスボンディングされ、更に、Siダイオード素子2のp電極のボンディングパッド部10とリードフレーム50bとが、Auワイヤー52により接続されている。リードフレーム50aのダイパッド側面には光を上方に反射させるための反射カップ50cが取り付けられている。リードフレーム50a、50bの先端部分全体が第2の樹脂53の光透過性のエポキシ樹脂でモールドされて、LEDランプが構成されている。

【0072】図9に示す白色チップLEDは、絶縁性基板55にリード55a、55bが形成され、一方のリード55aの上に前記白色発光の複合発光素子Wが、Siダイオード素子2下面の裏面電極9を下にして搭載され、Agペースト56により導通固定され、更に、Siダイオード素子2のp電極のボンディングパッド部10と他方のリード55bとが、Auワイヤー57により

接続されている。そして、複合発光素子W及びAuワイヤー57を含んだボンディングエリア全体を透明なエポキシ樹脂58でモールドされて、チップLEDが構成されている。

【0073】このようなチップLEDの分野では、リード55a、55bから透明なエポキシ樹脂58の上端までの厚さTを薄くすることが、薄型化による実装容積の低減の点から重要な要素であるが、白色発光の場合、筐体の器を形成するタイプのチップLEDに比べ、複合発光素子Wを用いる本実施の形態の方が、薄型化が可能であり優位性を持つ。なお、本実施の形態でSiダイオード素子2を補助素子40に置き換えても良い。

【0074】次に、前記複合発光素子及び発光装置の具体的な製造方法についてフローチャートに沿って説明する。

【0075】(実施の形態5) 図10は、本発明の一実施の形態による発光装置の製造方法であり、この実施の形態の製造方法の特徴は、マイクロバンプをウエハー状のSiダイオード素子2の上面のp電極7及びn電極8上にスタッドバンプで形成すること、及びチップ化されたGaN・LED素子1をウエハー状のSiダイオード素子2上にチップ接合を行い、ウエハー3の状態で蛍光物質を含有した第1の樹脂16をGaN・LED素子1を覆うように塗布する点である。

【0076】素子プロセスにより、図3に示すようなGaN・LED素子1を製造する。このGaN・LED素子1は、前記したようにサファイア基板1aの上面に、GaN系化合物半導体層を積層した量子井戸構造で、サファイア基板1aと反対の面上にAlよりなるn電極6とAgとTiとAuよりなるp電極5が形成されている。GaN・LED素子1は、ウエハーの状態シートに張り付け、チップ単位にブレイク後、ピックアップしやすいようにシートをエキスパンドしている(LEDチップ)。図10は、この状態から記述されている。

【0077】一方、Siウエハー3に、図4に示すSiダイオード素子2を行列状に形成し、その上面のp電極7及びn電極8上にスタッドバンプ形成法でマイクロバンプ11、12を形成する(バンプ形成)。次にボンダー25でGaN・LED素子1を電極形成面を下にしてピックアップし、前記Siダイオード素子2の対向するp電極7及びn電極8に位置合わせをし、マイクロバンプ11、12を接触させながら熱、超音波、荷重を組み合わせて加え、前記マイクロバンプ11、12を溶着させることにより、電気的接続をとりながら固定させる(チップ接合)。このチップ接合のタクトは、GaN・LED素子1の認識、搬送、位置合わせ、接合を約3秒以下で行うことができる。また、この時の位置合わせ精度は、15 μ m以下である。このチップ接合で、GaN・LED素子1とSiダイオード素子2との間に15 μ mの隙間が空き、ショート不良はほとんど発生しない。

【0078】その後、前記GaN・LED素子1とSiダイオード素子2の一体化素子が形成された前記ウエハー3上に、蛍光物質を含有した第1の樹脂16をGaN・LED素子1を覆うように塗布する(蛍光物質塗布)。この場合、Siダイオード素子2のボンディングパッド部10を第1の樹脂16で汚さないようにスクリーン印刷などのパターンニング可能な方法で行う。

【0079】次に、第1の樹脂16の塗布済み複合発光素子Wが形成されたウエハー3をシートに張り付け、ダイサー26によりチップ単位に分割(ダイシング)し、複合発光素子Wのチップが形成される。

【0080】その後、複合発光素子Wをリードフレーム50aのマウント部上に前記Siダイオード素子2の裏面電極9を下にして、Agペースト51を介し、電気的接続を取りながら固定し(D/B)、前記Siダイオード素子2のボンディングパッド部10と他方のリード50b間をAuワイヤー52で接続(W/B)した後、複合発光素子Wを含むリードフレーム50の先端部を光透過性の第2の樹脂53(エポキシ樹脂)でモールド(封止)し、白色LEDランプができる。なお、前記実施の形態でリードフレームの代わりに絶縁性配線基板55と置き換えれば、白色チップLEDの製造方法となる。また、Siダイオード素子2を補助素子40と置き換えても良いし、スタッドバンプをメッキバンプに置き換えても良い。

【0081】(実施の形態6) 図11は、本発明の一実施の形態による発光装置の製造方法であり、この実施の形態の製造方法の特徴は、第5の実施の形態の製造方法に、第1の樹脂16の厚みを設定値に均一にコントロールし、白色発光の色度とそのバラツキを最適化するための研磨工程を加えた点である。

【0082】図11のフローチャートで示すように、ウエハー状のSiダイオード素子2の上にGaN・LED素子1をチップ接合した状態は、主光取り出し面であるサファイア基板1aの天面を裏面電極9の形成面(基準面)に対して全てのチップで高さを揃え平行にすることは極めて困難である。その状態は図11のチップ接合の図に示すように傾いていたり、高さがデコボコであったり均一ではない。そこでチップ接合の後に、サファイア基板1aの高さ及び平行度を基準面に対して均一にするために研磨機27による研磨工程(チップ研磨)を入れる。研磨の際、そのダメージによりGaN・LED素子1が離脱しないようにSiダイオード素子2とGaN・LED素子1の隙間に樹脂(例えばレジストなど)を入れて接着強度を補強しても良い。

【0083】また、蛍光物質を含有した第1の樹脂16の塗布(蛍光物質塗布)の後、ウエハー3に接合した全てのチップで第1の樹脂16の厚みを設定値に近づけ、基準面に対し均一にするために研磨機27による研磨工程(蛍光物質研磨)を入れる。後は、実施の形態5と同

じである。

【0084】前記実施の形態でリードフレーム50の代わりに絶縁性配線基板55と置き換えれば、白色チップLEDの製造方法となる。また、Siダイオード素子2を補助素子40と置き換えても良いし、スタッドバンプをメッキバンプに置き換えても良い。

【0085】

【発明の効果】本発明によれば、発光素子の下敷きとしてのサブマウント部材が、蛍光物質やフィルター物質を含む第1の樹脂の受け皿となるために、光反射カップや筐体の器の有無に関係なく、発光素子を覆うように第1の樹脂を塗布できる構造となる。また、GaN・LED素子のごとく、絶縁基板上に形成されたp型半導体層及びn型半導体層を有する発光素子に対して、そのp型半導体層とn型半導体層との間に高電圧が印加されたときに両半導体層をバイパスして電流を流すためのダイオード素子等の静電気保護素子を並列接続させておく構造としたので、絶縁基板上に形成されながらも静電気等による破壊を防止する機能を持った信頼性の高い複合発光素子及び発光装置の提供を図ることができる。

【0086】さらに、発光素子と静電気保護素子との電気的接続状態や、発光素子からの光の取り出し手段を工夫することで、発光装置の小型化や光の取り出し効率の向上を、また、放熱についても改善された構造となる。

【0087】さらに、白色発光の色度とそのバラツキを制御するために、GaN・LED素子の主光取り出し面（光透過性のサファイア基板の天面）とこの面上に塗布された蛍光物質含有の第1の樹脂の外郭面（天面）を、受け皿となるサブマウント素子（Siダイオード素子又は補助素子）の裏面電極形成面を基準面にして研磨し、ほぼ平行にすることにより、希望する色度の白色発光の複合発光素子及び白色発光装置を歩留まり良く製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態に係る複合発光素子であって、

(a)は断面図

(b)平面図

【図2】第1の実施の形態に係る複合発光素子が内蔵する保護回路を説明するための回路図

【図3】第1の実施の形態に係るGaN・LED素子であって、

(a)は平面図

(b)は(a)A-A線矢視方向にみた断面図

【図4】第1の実施の形態のSiダイオード素子の構造を示す図であって、

(a)は平面図

(b)は断面図

【図5】第2の実施の形態に係る複合発光素子の断面図

【図6】第2の実施の形態の補助素子の構造を示す平面

図

【図7】第3の実施の形態の複合発光素子であって、

(a)は第1の樹脂の天面をサブマウント素子の裏面電極形成面と平行にした場合の断面図

(b)は第1の樹脂とGaN・LED素子のサファイア基板の天面をサブマウント素子の裏面電極形成面と平行にした場合の断面図

【図8】第4の実施の形態の白色LEDランプの断面図

【図9】第4の実施の形態の白色チップLEDの断面図

【図10】第5の実施の形態の発光装置の製造方法を示すフローチャート

【図11】第6の実施の形態の発光装置の製造方法を示すフローチャート

【図12】製品化されている従来のGaN・LED素子であって、

(a)は平面図

(b)は(a)のC-C線矢視方向にみた断面図

【図13】製品化されているGaN系白色LEDランプの断面図

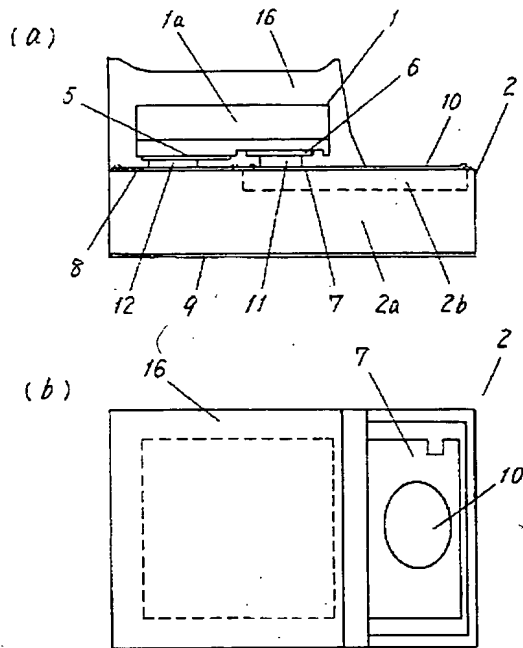
【符号の説明】

- 1 GaN・LED素子（発光素子）
- 1a サファイア基板
- 2 Siダイオード素子（静電気保護素子）
- 2a n型半導体領域
- 2b p型半導体領域
- 3 ウエハー
- 5 p電極
- 6 n電極
- 7 p電極
- 8 n電極
- 9 裏面電極
- 10 ボンディングパッド部
- 11, 12 マイクロバンプ
- 16 第1の樹脂
- 21 n型シリコン基板（n型半導体領域）
- 22 p型半導体領域
- 25 ボンダー
- 26 ダイサー
- 27 研磨機
- 31 AlNバッファ層
- 32 n型GaN層（n型半導体領域）
- 33 n型AlGaN層（n型半導体領域）
- 34 MQW層
- 35 p型AlGaN層（p型半導体領域）
- 36 p型GaN層（p型半導体領域）
- 40 補助素子
- 42 第1の対向電極
- 43 第2の対向電極
- 44 ボンディングパッド領域
- 45 裏面電極

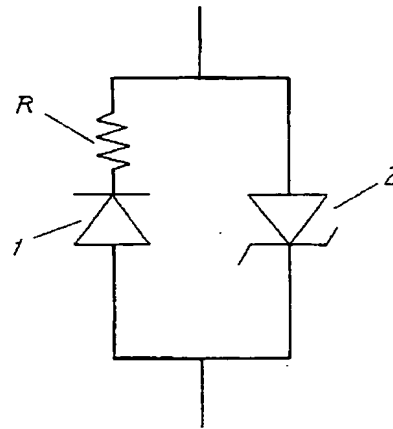
46 絶縁膜
 50a, 50b リードフレーム
 50c 反射カップ
 51 Agペースト
 52 Auワイヤー
 53 第2の樹脂(封止樹脂)
 55 絶縁性配線基板(プリント配線基板)
 55a, 55b リード

56 Agペースト
 57 Auワイヤー
 58 エポキシ樹脂(封止樹脂)
 R 保護抵抗
 D 第1の樹脂の厚み
 W 複合発光素子
 T チップLEDの高さ

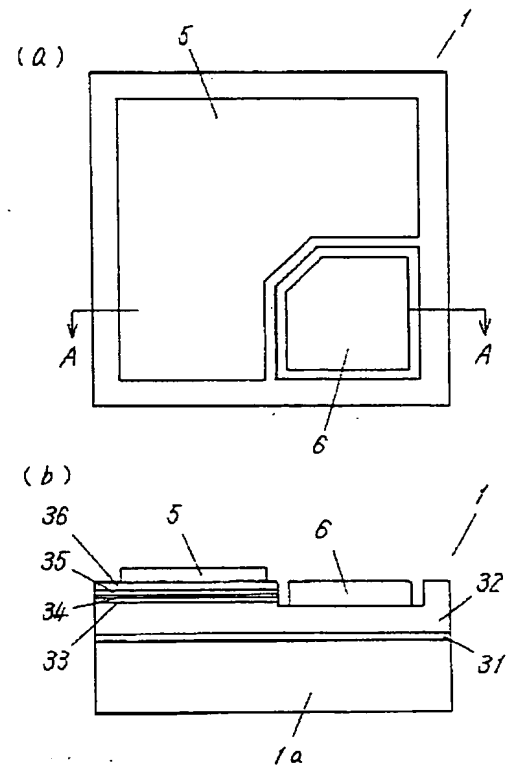
【図1】



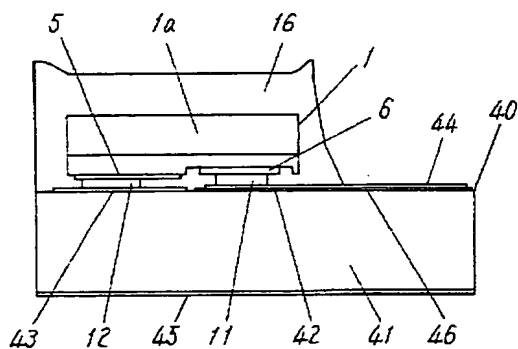
【図2】



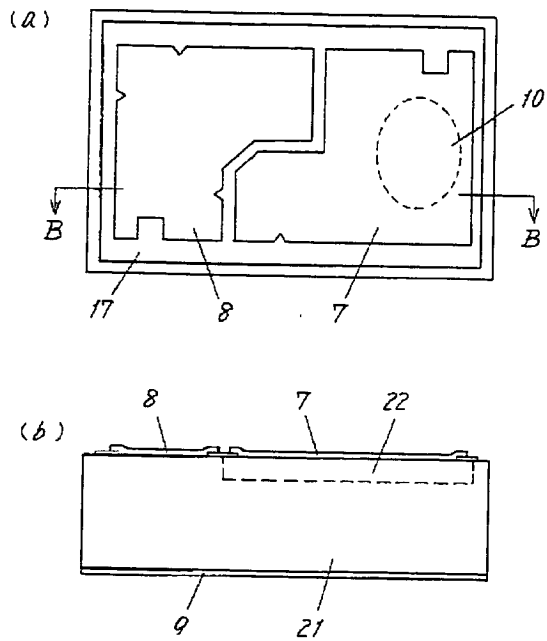
【図3】



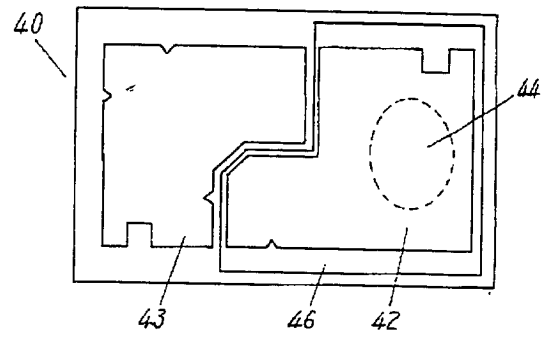
【図5】



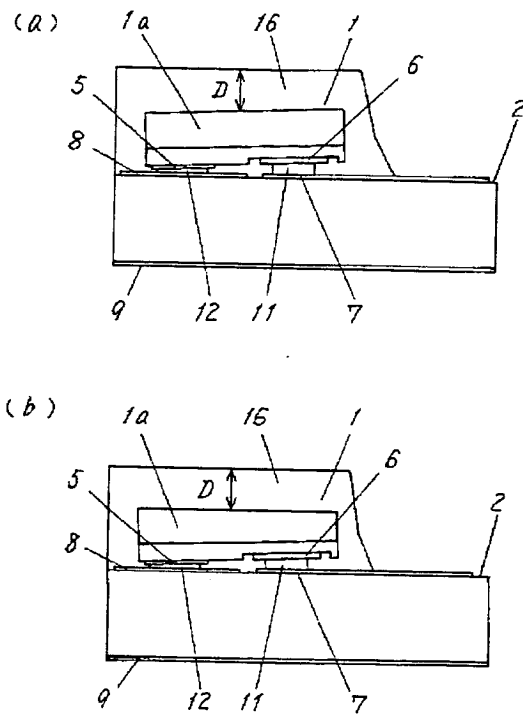
【図4】



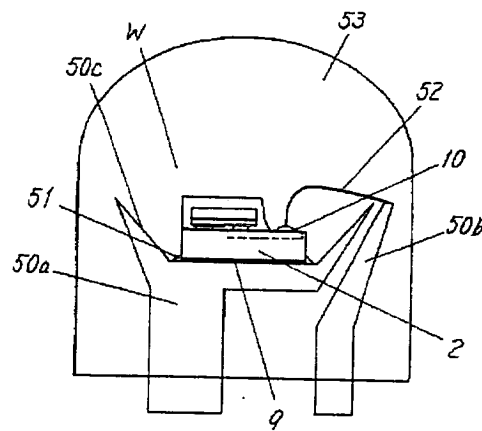
【図6】



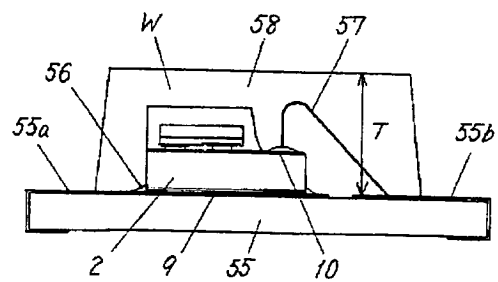
【図7】



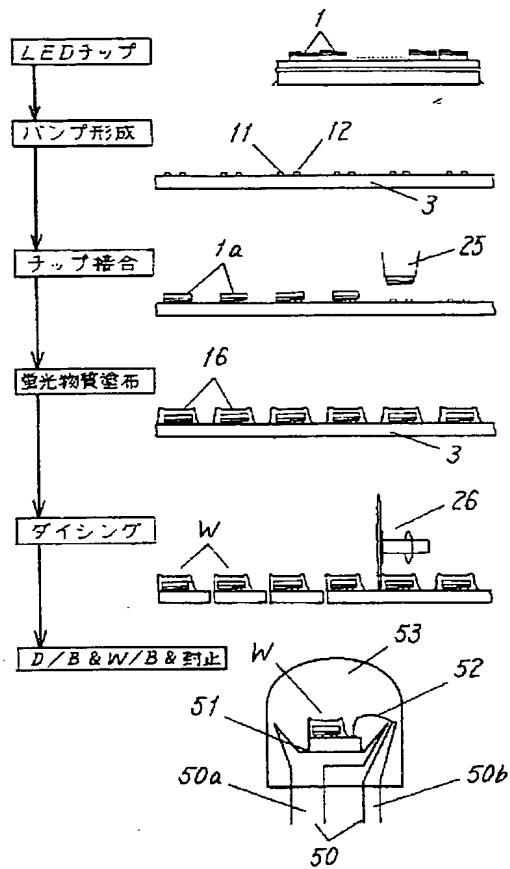
【図8】



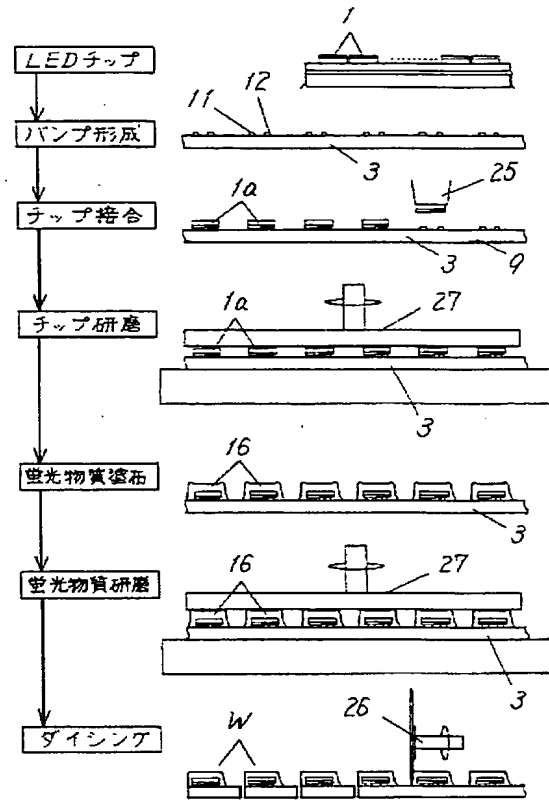
【図9】



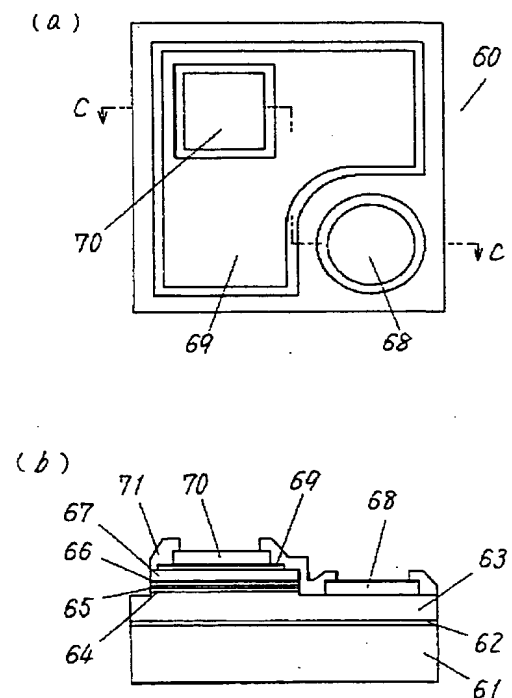
【図10】



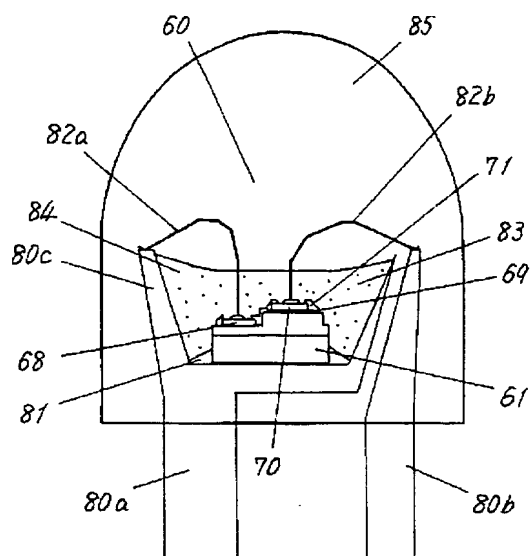
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 小原 邦彦
大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業
株式会社内

Fターム(参考) 5F041 AA14 AA23 AA41 CA05 CA13
CA34 CA35 CA40 CA46 CA83
DA02 DA04 DA07 DA09 DA18
DA20 DA26 DA44 DA83 EE22
EE25
5F073 AA74 AB16 AB21 CA07 CB05
FA13 FA30